

(12) NACH DEM VERTRÄGE ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. Februar 2004 (26.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/016464 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B60Q 9/00, B60K 26/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE2003/000291**

(22) Internationales Anmeldedatum: 3. Februar 2003 (03.02.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 102 33 570.2 24. Juli 2002 (24.07.2002) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **GRILL, Michael [DE/DE]; Stossäckerstr. 7, 70563 Stuttgart (DE). KUSTOSCH, Mario [DE/DE]; Auf Hart 75/1, 71706 Markgroeningen (DE).**

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

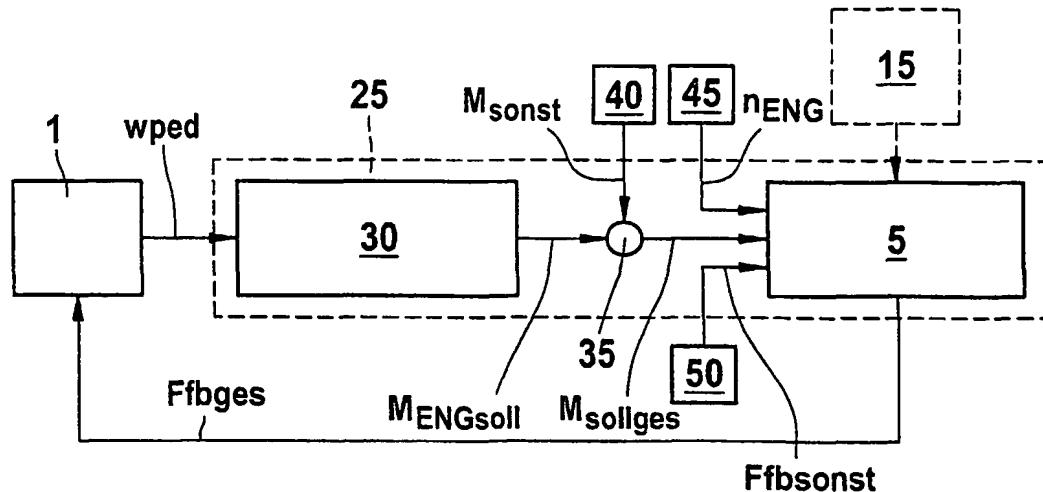
**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zwei-Buchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SIGNALING SEVERAL PIECES OF INFORMATION THAT ARE RELEVANT FOR OPERATING A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR SIGNALISIERUNG MEHRERER FÜR DEN BETRIEB EINES KRAFTFAHRZEUGS RELEVANTER INFORMATIONEN



(57) Abstract: Disclosed are a method and device for signaling several pieces of information which are relevant for operating a motor vehicle, are perceived in a particularly reliable manner by the driver of the vehicle, and do not divert the driver's attention from traffic. Different pieces of information are represented by unambiguous haptic signals, particularly ones having a maximum, in different positions of an operating element (1) of the vehicle, especially a gas pedal.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Signalisierung mehrerer für den Betrieb eines Kraftfahrzeugs relevanter Informationen vorgeschlagen, die besonders zuverlässig vom Fahrer des Fahrzeugs wahrgenommen werden und den Fahrer nicht vom Verkehr ablenken. Dabei werden verschiedene Informationen durch eindeutige, insbesondere ein Maximum aufweisende, haptische Signalisierungen bei verschiedenen Stellungen eines Bedienelementes (1) des Fahrzeugs, insbesondere einem Fahrpedal, wiedergegeben.

5

10 Verfahren und Vorrichtung zur Signalisierung mehrerer für den Betrieb eines Kraftfahrzeugs relevanter Informationen

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zur Signalisierung mehrerer für den Betrieb eines Kraftfahrzeugs relevanter Informationen nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

20 Es sind bereits Verfahren und Vorrichtungen zur Signalisierung mehrerer für den Betrieb eines Kraftfahrzeugs relevanten Informationen bekannt. Beispielsweise ist in vielen Fahrzeugen bereits eine optische Anzeige für den aktuellen Kraftstoffverbrauch standardmäßig vorgesehen und fördert das Bewusstsein für eine ökonomische Fahrweise. Dabei können verschiedene Kraftstoffverbrauchswerte optisch wiedergegeben werden.

25 Vorteile der Erfindung

30 Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Signalisierung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass verschiedene Informationen durch eindeutige, insbesondere ein Maximum aufweisende haptische Signalisierungen bei verschiedenen Stellungen eines Bedienelementes des Fahrzeugs, insbesondere einem Fahrpedal, wiedergegeben werden. Durch die haptische Signalisierung wird der Vorteil bewirkt, dass der Fahrer des Fahrzeugs die entsprechende Information wahrnimmt, ohne den Blick von der Fahrbahn nehmen zu müssen. Auf diese Weise wird das Unfallrisiko reduziert. Erfolgt die haptische Signalisierung über ein ständig vom Fahrer betätigtes Bedienelement,

beispielsweise dem Fahrpedal, so ist sichergestellt, dass der Fahrer die durch die haptischen Signalisierungen übermittelten Informationen wahrnimmt. Die haptische Signalisierung lenkt nicht vom Verkehrsgeschehen ab und stellt auch kein Sicherheitsrisiko dar.

5

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

10

Besonders vorteilhaft ist es, dass verschiedene Informationen durch verschiedene Kraftstoffverbrauchswerte gebildet werden. Somit lassen sich bei verschiedenen Stellungen des Bedienelementes verschiedene Kraftstoffverbrauchswerte haptisch signalisieren und damit für den Fahrer zweifelsfrei unterscheiden. Somit lässt sich dem Fahrer des Fahrzeugs über die haptische Signalisierung eine quantitative Aussage über den aktuellen Kraftstoffverbrauch vermitteln.

15

Vorteilhaft ist auch, wenn die verschiedenen Kraftstoffverbrauchswerte jeweils durch einen ein Maximum bei der zugeordneten Stellung des Bedienelementes aufweisenden Verlauf der haptischen Signalisierung am Bedienelement, insbesondere einen sägezahnförmigen Verlauf, wiedergegeben werden. Auf diese Weise lassen sich die verschiedenen Kraftstoffverbrauchswerte besonders einfach und mit wenig Aufwand haptisch bei der zugeordneten Stellung des Bedienelementes signalisieren. Weiterhin wird sichergestellt, dass ein bestimmter Kraftstoffverbrauchswert bei nur einer einzigen Stellung des Bedienelementes zu einem Maximum bei der haptischen Signalisierung führt, so dass weitere Stellungen des Bedienelementes für die Wiedergabe weiterer Kraftstoffverbrauchswerte mittels der haptischen Signalisierung zur Verfügung stehen. Auf diese Weise wird besonders einfach eine quantitativ differenzierbare haptische Signalisierung verschiedener Kraftstoffverbrauchswerte ermöglicht.

20

25

30

35

Vorteilhaft ist es auch, wenn mindestens ein zu signalisierender Kraftstoffverbrauchswert mittels einer Eingabeeinheit vorgegeben wird. Auf diese Weise kann der Fahrer des Fahrzeugs selbst bestimmen, welche Kraftstoffverbrauchswerte ihm haptisch signalisiert werden sollen. Die haptische Signalisierung der Kraftstoffverbrauchswerte wird somit an die Bedürfnisse des Fahrers angepasst.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch eine der haptischen Signalisierungen ein optimaler Motorwirkungsgrad wiedergegeben wird. Auf diese Weise lassen sich auch verschiedenartige Informationen durch die haptische Signalisierung am Bedienelement wiedergeben.

5

Besonders vorteilhaft ist dabei, dass der optimale Motorwirkungsgrad durch eine ab einer dem optimalen Motorwirkungsgrad zugeordneten Stellung des Bedienelementes wirkenden haptischen Signalisierung wiedergegeben wird. Auf diese Weise lässt sich die haptische Signalisierung des optimalen Motorwirkungsgrades von einer gegebenenfalls vorhandenen haptischen Signalisierung eines oder mehrerer Kraftstoffverbrauchswerte in der Art der haptischen Signalisierung unterscheiden und somit vom Fahrer differenziert wahrnehmen.

10

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die haptische Signalisierung durch eine am Bedienelement wirkende Rückstellkraft gebildet wird. Auf diese Weise lässt sich die haptische Signalisierung besonders einfach und für den Fahrer wirkungsvoll realisieren, da er eine solche Stellkraft bei im Wesentlichen ständiger Betätigung des Bedienelementes mit großer Wahrscheinlichkeit wahrnehmen wird.

15

20

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

25

Es zeigen

- Figur 1 ein Blockschaltbild mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 2 ein Kennfeld zur Ermittlung eines spezifischen Kraftstoffverbrauchs des Kraftfahrzeugs,
- 30 Figur 3 ein Kennfeld zur Ermittlung einer Rückstellkraft für ein Fahrpedal des Fahrzeugs,
- Figur 4 ein Funktionsdiagramm zur Verdeutlichung der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 5 ein weiteres Funktionsdiagramm zur Veranschaulichung des Aufbaus der erfundungsgemäßen Vorrichtung und des Ablaufs des erfundungsgemäßen Verfahrens,

5 Figur 6 ein Kennfeld zur Ermittlung eines spezifischen Kraftstoffverbrauchs,

Figur 7 einen Verlauf einer Rückstellkraft eines Fahrpedals in Abhängigkeit des Kraftstoffverbrauchs und

Figur 8 einen Verlauf der Rückstellkraft des Fahrpedals in Abhängigkeit einer Fahrpedalstellung zur Signalisierung verschiedenartiger für den Betrieb des Kraftfahrzeugs relevanter Informationen.

10

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

15

In Figur 1 kennzeichnet 25 eine Steuerung eines Kraftfahrzeugs mit einer Antriebseinheit, die beispielsweise einen Otto-Motor, einen Dieselmotor, einen Elektromotor oder dergleichen umfasst, oder auf einem beliebigen, dazu alternativen Antriebskonzept basiert. Das Fahrzeug umfasst weiterhin ein Bedienelement 1, das beispielsweise als Fahrpedal ausgebildet ist. Die Steuerung 25 umfasst eine Fahrerwunschinterpretationseinheit 30, die mit dem Fahrpedal 1 verbunden ist. Aus der Stellung wped des vom Fahrer betätigten Fahrpedals 1 ermittelt die 20 Fahrerwunschinterpretationseinheit 30 einen Sollwert für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit. Bei dieser Ausgangsgröße kann es sich beispielsweise um ein Motorausgangsmoment oder um ein Radausgangsmoment oder eine Ausgangsleistung oder eine von den genannten Größen ableitbare Ausgangsgröße handeln. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass es sich bei der Ausgangsgröße der 25 Antriebseinheit um ein Motorausgangsmoment handelt. Die Fahrerwunschinterpretationseinheit 30 bildet somit aus der Stellung wped des Fahrpedals 1 in dem Fachmann bekannter Weise einen Sollwert  $M_{ENGsoll}$  für das Motorausgangsmoment der Antriebseinheit. Der so abhängig vom Fahrerwunsch gebildete Sollwert  $M_{ENGsoll}$  wird einem ersten Additionsglied 35 zugeführt und dort mit einer resultierenden Momentenanforderung  $M_{Sonst}$  addiert, die von einem 30 Koordinator 40 in Abhängigkeit der übrigen Drehmomentanforderungen gebildet wird. Die übrigen Drehmomentanforderungen können beispielsweise zur Kompensation des Momentenbedarfs von Nebenaggregaten des Fahrzeugs, wie beispielsweise einer Klimaanlage, eines Autoradios oder eines Servomotors, herühren oder von einer 35 Leerlaufregelung. Die Koordination dieser übrigen Drehmomentanforderungen im

Koordinator 40 erfolgt dabei ebenfalls in dem Fachmann bekannter Weise. Die vom ersten Additionsglied 35 gebildete Summe ist ein resultierender Gesamtsollwert  $M_{sollges}$  der einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 5 zugeführt wird. Die Vorrichtung 5 dient zur haptischen Signalisierung am Bedienelement 1, also in diesem Beispiel am Fahrpedal 1.

5 Diese haptische Signalisierung kann beispielsweise durch Erzeugung einer geeigneten Rückstellkraft am Fahrpedal 1 erfolgen. In der Vorrichtung 5 ist von einem Drehzahlsensor 45 eine aktuelle Drehzahl  $n_{ENG}$  eines die Antriebseinheit antriebenden Motors zugeführt, der wie beschrieben beispielsweise ein Otto-Motor, ein Dieselmotor oder ein Elektromotor sein kann. Weiterhin kann optional ein Koordinator 50 für sonstige Rückstellkraftanforderungen an das Fahrpedal 1 vorgesehen sein, der für diese sonstigen Rückstellkraftanforderungen eine resultierende Rückstellkraftanforderung  $F_{fbsonst}$  bildet. Dies könnte z.B. eine haptische Rückmeldung zur Einhaltung eines Sicherheitsabstandes sein. Die resultierende Rückstellkraftanforderung  $F_{fbsonst}$  wird ebenfalls der Vorrichtung 5 zugeführt. Optional kann außerdem eine Eingabeeinheit 15, wie in Figur 1 gestrichelt dargestellt, vorgesehen sein. An der Eingabeeinheit 15 kann der Fahrer beispielsweise einen oder mehrere Kraftstoffverbrauchswerte vorgeben. Diese werden ebenfalls der Vorrichtung 5 zugeführt. Gemäß Figur 1 umfasst die Steuerung 25 die Fahrerwunschinterpretationseinheit 30, das erste Additionsglied 35 und die Vorrichtung 5. Die Steuerung 25 kann beispielsweise hardware- und/oder softwaremäßig implementiert sein, wobei die Software von einem Mikrochip abgearbeitet werden kann.

10

15

20

25 Die Vorrichtung 5 ermittelt aus den zugeführten Eingangsgrößen eine resultierende Gesamtrückstellungskraft  $F_{fbges}$  und steuert das Fahrpedal 1 zur Einstellung dieser resultierenden Gesamtrückstellungskraft  $F_{fbges}$  an. Dies kann in dem Fachmann bekannter Weise mittels eines in Figur 1 nicht dargestellten von der Vorrichtung 5 elektronisch angesteuerten Aktuators zur Einstellung einer gegen die Betätigungsrichtung des Fahrpedals 1 wirkenden Federkraft realisiert werden.

30 Für die folgenden Betrachtungen soll beispielhaft angenommen werden, dass das Fahrzeug von einem Verbrennungsmotor, also beispielsweise einem Otto-Motor oder einem Dieselmotor, angetrieben wird. Die Betrachtungen gelten jedoch allgemein für den Energieverbrauch des Fahrzeugs. Während eines Beschleunigungsvorgangs entspricht der Kraftstoffverbrauch der Leistung, die zur Überwindung der Massenträgheit des Fahrzeugs benötigt wird. Der Kraftstoffverbrauch während des Beschleunigungsvorgangs kann 35 minimiert werden, indem der Motor durch eine definierte Fahrpedalstellung vom Fahrer

im günstigsten Betriebspunkt gehalten wird, diese Fahrpedalstellung soll dem Fahrer erfundungsgemäß durch ein haptisches Signal am Fahrpedal 1 angezeigt werden.

Figur 2 zeigt ein sogenanntes Muschelkennfeld eines Verbrennungsmotors, bei dem das Ausgangsmoment des Motors, das sogenannte indizierte Moment  $M_i$  in Nm über der Motordrehzahl  $n_{ENG}$  in U/min aufgetragen ist. Das indizierte Moment  $M_i$  und die Motordrehzahl  $n_{ENG}$  spannen dabei ein Kennfeld für einen spezifischen Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs in g/kWh auf, indem Isolinien für diesen spezifischen Kraftstoffverbrauch in der genannten Einheit dargestellt sind. Das Kennfeld kann auf einem Motorenprüfstand ermittelt werden, indem unter Vorgabe der Motordrehzahl  $n_{ENG}$  und der Last, die beispielsweise durch eine mit der Kurbelwelle des Motors verbundene Wirbelstrombremse realisiert wird, das Verhältnis aus verbrauchter Kraftstoffmenge und verrichteter mechanischer Arbeit an der Kurbelwelle ermittelt wird. Dieses Verhältnis wird mit  $Be$  bezeichnet. Das Verhältnis  $Be$  ist der spezifische Kraftstoffverbrauch. Der spezifische Kraftstoffverbrauch  $Be$  wird dann gemäß Figur 2 über der Motordrehzahl und dem indizierten Moment  $M_i$  aufgetragen, das die durch die Wirbelstrombremse variierte Last in dem Fachmann bekannter Weise repräsentiert. Dabei kann das indizierte Moment  $M_i$  als Mittelwert für die jeweilige Bremswirkung der Wirbelstrombremse über eine vorgegebene Zeit ermittelt werden. Verbindet man alle Punkte im Kennfeld, die einen etwa gleichen spezifischen Kraftstoffverbrauch  $Be$  aufweisen, so erhält man, wie in Figur 2 dargestellt, muschelförmige Isolinien oder Höhenlinien, die diesem Kennfeld seinen Namen geben.

Für jede Motordrehzahl  $n_{ENG}$  gibt es genau einen minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauch  $Be$  und damit genau einen optimalen Wirkungsgrad. In Figur 2 sind die Punkte mit dem minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauch für verschiedene Motordrehzahlen  $n_{ENG}$  durch Dreiecke gekennzeichnet. Werden die Punkte mit dem minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauch miteinander verbunden, so erhält man die in Figur 2 punktiert gezeichnete Linie, die mit dem Bezugszeichen 55 gekennzeichnet ist. Diese Linie 55 wird im Folgenden auch als Linie des minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauchs bezeichnet. Figur 3 zeigt ein Kennfeld, in dem der Verlauf eines haptischen Signals  $F_{FB}$  in N und damit eine Rückstellkraft für das Fahrpedal 1 über der Motordrehzahl  $n_{ENG}$  in U/min auf der Abszisse und dem indizierten Motormoment  $M_i$  in Nm auf der Ordinate aufgetragen ist. Der Verlauf dieses haptischen Signals  $F_{FB}$  ergibt sich dabei aus der punktierten Linie 55 des minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauchs

gemäß Figur 2, in dem der Bereich oberhalb und unterhalb dieser Linie 55 durch unterschiedliche Werte der Rückstellkraft  $F_{FB}$  voneinander getrennt wird. Insbesondere können dies zwei verschiedene Werte sein, nämlich eine erste Rückstellkraft  $F1$  oberhalb der Linie 55 des minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauchs und eine zweite Rückstellkraft  $F2$  unterhalb dieser Linie 55, wobei beispielsweise die erste Rückstellkraft  $F1$  größer als die zweite Rückstellkraft  $F2$  und die zweite Rückstellkraft  $F2$  gleich Null sein kann. Damit kann dem Fahrer durch eine Erhöhung der Rückstellkraft  $F_{FB}$  am Fahrpedal 1 der optimale Betriebspunkt der Antriebseinheit und damit der optimale Motorwirkungsgrad signalisiert werden. Für den Fall, dass wie beschrieben, die erste Rückstellkraft  $F1$  größer als die zweite Rückstellkraft  $F2$  und die zweite Rückstellkraft  $F2$  gleich Null ist, ergibt sich der optimale Wirkungsgrad des Motors für die Fahrpedalstellung, an der der Fahrer eine entsprechende Erhöhung des Widerstandes und damit der Rückstellkraft bei der Betätigung des Fahrpedals 1 spürt.

In Figur 4 ist ein Funktionsdiagramm zur Verdeutlichung der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung 5 sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. In Figur 4 kennzeichnen gleiche Bezeichnungen gleiche Elemente, wie in Figur 1. Dabei ist in Figur 4 im Unterschied zum Blockschaltbild nach Figur 1 zusätzlich der Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung 5 näher erläutert. Die Vorrichtung 5, die beispielsweise als Softwarestruktur auf einem Mikrochip implementiert sein kann, umfasst dabei eine Kennfeldfunktion 60, die das Muschelkennfeld aus Figur 2 umsetzt, und der als Eingangsgrößen das vom ersten Additionsglied 35 abgegebene resultierende Gesamtsollmoment  $M_{sollges}$  sowie die aktuelle Motordrehzahl  $n_{ENG}$  als Eingangsgrößen zugeführt sind. Daraus ermittelt die Kennfeldfunktion 60 als Ausgangsgröße das haptische Signal  $F_{FB}$ , indem geprüft wird, ob der durch die aktuelle Motordrehzahl  $n_{ENG}$  und das resultierende Gesamtsollmoment  $M_{sollges}$  gebildete Betriebspunkt oberhalb oder unterhalb der Linie 55 des minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauchs liegt. Liegt der Betriebspunkt oberhalb der Linie 55, so ist  $F_{FB}$  gleich  $F1$ , andernfalls ist  $F_{FB}$  gleich  $F2$ . Das haptische Signal  $F_{FB}$  wird einem Maximalauswahlglied 65 zugeführt, dem außerdem vom Rückstellkraftkoordinator 50 die resultierende Rückstellkraftanforderung  $F_{fbsonst}$  der übrigen Rückstellkraftanforderungen zugeführt ist. Das Maximalauswahlglied 65 wählt aus den zugeführten Größen das Maximum aus und gibt es als resultierendes haptisches Signal  $F_{fbges}$  an das Fahrpedal 1 zur Einstellung der entsprechenden Rückstellkraft ab. Durch das Maximalauswahlglied 65 wird die Rückstellkraft am Fahrpedal 1 nach unten

begrenzt, um sicher zu stellen, dass das Fahrpedal nach Loslassen wieder in seine Ausgangsstellung zurückkehrt.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung 5 hat der Fahrer die Möglichkeit, aufgrund der haptischen Signalisierung am Fahrpedal 1 mit optimalem Wirkungsgrad des Motors zu fahren und zu beschleunigen. Darüber hinaus ist ein haptisches Signal am Fahrpedal 1 gegenüber einer optischen Anzeige dem Bewusstsein des Fahrers ständig präsent und wirkt nicht irritierend und vom Verkehr ablenkend.

10

In Figur 5 ist ein zweites Ausführungsbeispiel für die Vorrichtung 5 ausgehend von dem Blockschaltbild nach Figur 1 dargestellt, wobei wiederum gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente kennzeichnen, wie in den vorherigen Figuren. Bei dieser alternativen Ausführungsform ist das vom ersten Additionsglied 35 abgegebene resultierende Gesamtsollmoment  $M_{sollges}$  und die aktuelle Motordrehzahl  $n_{ENG}$  einer zweiten Kennfeldfunktion 100 der Vorrichtung 5 zugeführt, die ausgehend von dem Muschelkennfeld gemäß Figur 2, das in Figur 6 nochmals ohne die Linie 55 des minimalen spezifischen Kraftstoffverbrauchs dargestellt ist, für den durch das resultierende Gesamtsollmoment  $M_{sollges}$  und die aktuelle Motordrehzahl  $n_{ENG}$  definierten Betriebspunkt der Antriebseinheit den zugehörigen spezifischen Kraftstoffverbrauch  $Be$  aus dem Muschelkennfeld ermittelt. Parallel zur Ermittlung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs wird die mechanische Leistung an der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors durch Multiplikation des resultierenden Gesamtsollmomentes  $M_{sollges}$  und der aktuellen Motordrehzahl  $n_{ENG}$  in einem ersten Multiplikationsglied 70 berechnet und in einem zweiten Multiplikationsglied 75 mittels eines ersten Umrechnungsfaktors  $E1$  in dem Fachmann bekannter Weise auf die Einheit kW umgerechnet. Am Ausgang des zweiten Multiplikationsgliedes 75 liegt somit die mechanische Leistung  $P$  in kW vor. In einem ersten Divisionsglied 80 wird der von der zweiten Kennfeldfunktion 100 ermittelte spezifische Kraftstoffverbrauch  $Be$  durch die Leistung  $P$  in kW am Ausgang des zweiten Multiplikationsgliedes 55 dividiert, um den Kraftstoffverbrauch in g/h zu ermitteln. Das Ergebnis dieser Division wird einem dritten Multiplikationsglied 85 zugeführt und dort durch Multiplikation mit einem zweiten Umrechnungsfaktor  $E2$  derart in dem Fachmann bekannter Weise umgerechnet, dass sich ein Kraftstoffverbrauch in l/h ergibt. Es erfolgt also mittels des dritten Multiplikationsgliedes 85 eine Umrechnung der Einheit g in l mittels der spezifischen

20

25

30

35

Dichte des verwendeten Kraftstoffs, wobei der zweite Umrechnungsfaktor E2 dem Kehrwert dieser spezifischen Dichte entspricht und die Dichte auf 1 bezogen ist. Der Ausgang des dritten Multiplikationsgliedes 85 wird in einem zweiten Divisionsglied 90 durch die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs dividiert, die beispielsweise von einer Geschwindigkeitsmessvorrichtung in dem Fachmann bekannter Weise erfasst und dem zweiten Divisionsglied 90 zugeführt wird. Am Ausgang des zweiten Divisionsgliedes 90 ergibt sich somit der Kraftstoffverbrauch in  $l/(m/s)$ . Dieser wird in einem vierten Multiplikationsglied 95 mit einem dritten Umrechnungsfaktor E3 in dem Fachmann bekannter Weise multipliziert, um die Einheit  $m/s$  in die Einheit  $km/h$  umzurechnen, so dass sich am Ausgang des vierten Multiplikationsgliedes 95 ein Kraftstoffverbrauch be pro zurückgelegter Fahrtstrecke in  $l/(100km)$  ergibt. Dieser Kraftstoffverbrauch be pro zurückgelegter Fahrtstrecke kann an einer optischen Anzeigevorrichtung des Fahrzeugs zur Anzeige gebracht werden. Der Kraftstoffverbrauch be pro zurückgelegter Fahrtstrecke wird im Folgenden auch als Streckenverbrauch bezeichnet. Der Streckenverbrauch be wird einer Kennlinienfunktion 105 zugeführt, die in Abhängigkeit des Streckenverbrauchs be ein zweites haptisches Signal  $F_{fbbe}$  ermittelt und dem Maximalauswahlglied 65 zusammen mit der resultierenden Rückstellkraftanforderung  $F_{fbsonst}$  der übrigen Rückstellkraftanforderungen zuführt. Das Maximalauswahlglied 65 führt eine Maximalauswahl der beiden zugeführten Größen durch, so dass der größere der beiden Eingangswerte als resultierendes haptisches Signal bzw. als resultierende Gesamtrückstellkraftanforderung  $F_{fbges}$  am Bedienelement 1 in der beschriebenen Weise umgesetzt wird. In Figur 7 ist ein Beispiel für die Kennlinienfunktion 105 dargestellt. Dabei ist das zweite haptische Signal  $F_{fbbe}$  in Prozent der maximalen Rückstellkraft über dem Streckenverbrauch be in  $l/(100km)$  aufgetragen. Dabei steigt dieses zweite haptische Signal  $F_{fbbe}$  bei dem Streckenverbrauch  $8l/(100km)$  steil bis auf 100% an und flacht anschließend bis zum Streckenverbrauch  $13l/(100km)$  vergleichsweise langsam ab. Bei einem Streckenverbrauch von  $20l/(100km)$  steigt das zweite haptische Signal wiederum steil bis 100% an und flacht anschließend wiederum vergleichsweise langsam bis zu einem Streckenverbrauch von  $25l/(100km)$  ab. Dabei ergibt sich gemäß dem Beispiel nach Figur 7 für das zweite haptische Signal sowohl für den Streckenverbrauch zwischen 8 und  $13l/(100km)$  als auch für den Streckenverbrauch zwischen 20 und  $25l/(100km)$  jeweils etwa der gleiche sägezahnförmige Verlauf mit einem Maximum bei  $8l/(100km)$  bzw. bei  $20l/(100km)$ . Durch die Wahl des sägezahnförmigen Verlaufs gelingt es, aufgrund des steilen Anstiegs, den Fahrer den zugeordneten Streckenverbrauch deutlich spüren zu lassen. Das jeweils anschließende Abflachen bzw. Abrampen des zweiten

haptischen Signals  $F_{fbbe}$  ermöglicht ein späteres erneutes Ansteigen und schafft damit Platz für die Signalisierung weiterer Informationen bzw. Streckenverbräuche über die Rückstellkraft am Fahrpedal 1. Dabei können die Streckenverbräuche be mit Maximum des zweiten haptischen Signals  $F_{fbbe}$  fest in der Vorrichtung 5 vorgegeben sein oder an der Eingabeeinheit 15 vom Fahrer vorgegeben und gemäß dem gestrichelten Pfeil in Figur 5 der Kennlinienfunktion 105 zugeführt sein, so dass der Fahrer selbst wählen kann, bei welchem Streckenverbrauch bzw. bei welchen Streckenverbräuchen das Fahrpedal 1 die maximale Rückstellkraft von 100% gemäß dem zweiten haptischen Signal  $F_{fbbe}$  erzeugen soll.

10 Dabei kann der Fahrer über die Eingabeeinheit 15 einen oder mehrere Streckenverbräuche vorgeben, bei denen am Fahrpedal 1 die maximale Rückstellkraft auftreten soll. Weitere Streckenverbräuche mit maximaler Rückstellkraft am Fahrpedal 1 können optional fest vom Hersteller vorgegeben und in einem der Vorrichtung 5 zugeordneten Speicher abgelegt und der Kennlinienfunktion 105 zugeführt sein.

15 Erfnungsgemäß kann es nun weiterhin vorgesehen sein, dass die Vorrichtung 5 sowohl die Funktionalität gemäß Figur 4 als auch die Funktionalität gemäß Figur 5 umfasst, wobei dem Maximalauswahlglied 65 dann sowohl das erste haptische Signal  $F_{FB}$  als auch das zweite haptische Signal  $F_{fbbe}$  als auch die resultierende Rückstellkraftanforderung  $F_{fbesonst}$  zugeführt ist und das vom Maximalauswahlglied 65 abgegebene resultierende haptische Signal  $F_{fbges}$  das Maximum aus den drei genannten Eingangsgrößen darstellt. Auf diese Weise lassen sich mittels des haptischen Signals, d.h. in diesem Beispiel der Rückstellkraft am Fahrpedal 1 verschiedenartige Informationen signalisieren, nämlich zum einen eine oder mehrere verschiedene Streckenverbräuche, beispielsweise gemäß Figur 7, und zum anderen ein optimaler Motorwirkungsgrad gemäß der ersten Kennfeldfunktion 60.

20 In Figur 8 ist daher das resultierende haptische Signal  $F_{fbges}$  in Prozent der möglichen Rückstellkraft über der Stellung  $w_{ped}$  des Fahrpedals aufgetragen. Dabei ergibt sich zwischen einer ersten Fahrpedalstellung  $w_{pedbe1}$  und einer zweiten Fahrpedalstellung  $w_{pedbe2}$  ein sägezahnförmiger Verlauf des resultierenden haptischen Signals  $F_{fbges}$  zur haptischen Signalisierung eines vorgegebenen Streckenverbrauchs. Das Abflachen des sägezahnförmigen Verlaufs kann beispielsweise mit einer solch moderaten Steilheit geschehen, dass dies vom Fahrer möglichst unbemerkt bleibt. Bei einer weiteren dritten

5 Fahrpedalstellung wpedsonst, die größer als die erste Fahrpedalstellung wpedbe1 und größer als die zweite Fahrpedalstellung wpedbe2 ist, steigt das resultierende haptische Signal Ffbges ausgehend von Null wieder auf 100% an und verbleibt für Fahrpedalstellungen größer der dritten Fahrpedalstellung wpedsonst auf 100%, um bei der dritten Fahrpedalstellung wpedsonst den optimalen Motorwirkungsgrad zu signalisieren.

10 Somit lassen sich über die haptische Signalisierung vom Fahrpedal 1 und somit an einem einzigen Bedienelement mehrere verschiedenenartige für den Betrieb des Kraftfahrzeugs relevante Informationen wiedergeben und vom Fahrer wahrnehmen.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zeigen somit eine Lösung, wie mehrere haptische Signale über ein einziges Fahrpedal 1 übermittelt werden können. Der sägezahnförmige Verlauf der Rückstellkraft, der in diesem Beispiel für die Signalisierung des Streckenverbrauchs verwendet wird, hat den Vorteil, dass der maximale Betrag der Rückstellkraft verwendet werden kann. Dies ermöglicht für den Fahrer eine klare Unterscheidung von verschiedenen, für den Betrieb des Kraftfahrzeugs relevanten Informationen, die bei verschiedenen Stellungen des Fahrpedals 1 jeweils mit maximaler Rückstellkraft wiedergegeben werden.

20 25 Dabei werden die verschiedenen Informationen durch eindeutige haptische Signalisierungen bei verschiedenen Stellungen des Fahrpedals 1 wiedergegeben. Die Eindeutigkeit wird dabei in diesem Beispiel dadurch erreicht, dass die verschiedenen haptischen Signalisierungen jeweils ein Maximum aufweisen, beispielsweise in Form eines Sägezahns oder Verbleibens auf dem Maximum im Falle der Signalisierung des optimalen Motorwirkungsgrades.

30 Gegenüber optischen oder akustischen Signalisierungen wird eine haptische Signalisierung als besonders angenehm empfunden und ist darüber hinaus im Bewusstsein des Fahrers ständig präsent.

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Signalisierung mehrerer für den Betrieb eines Kraftfahrzeugs relevanten Informationen, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Informationen durch eindeutige, insbesondere ein Maximum aufweisende, haptische Signalisierungen bei verschiedenen Stellungen eines Bedienelementes (1) des Fahrzeugs, insbesondere einem Fahrpedal, wiedergegeben werden.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Informationen durch verschiedene Kraftstoffverbrauchswerte gebildet werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiedenen Kraftstoffverbrauchswerte jeweils durch einen ein Maximum bei der zugeordneten Stellung des Bedienelementes aufweisenden Verlauf der haptischen Signalisierung am Bedienelement (1), insbesondere einen sägezahnförmigen Verlauf, wiedergegeben werden.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein zu signalisierender Kraftstoffverbrauchswert mittels einer Eingabeeinheit (15) vorgegeben wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine der haptischen Signalisierungen ein optimaler Motorwirkungsgrad wiedergegeben wird.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der optimale Motorwirkungsgrad durch eine ab einer dem optimalen Motorwirkungsgrad zugeordneten Stellung des Bedienelementes (1) wirkenden haptischen Signalisierung wiedergegeben wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die haptische Signalisierung durch eine am Bedienelement (1) wirkende Rückstellkraft gebildet wird.
- 5 8. Vorrichtung (5) zur Signalisierung mehrerer für den Betrieb eines Kraftfahrzeugs relevanten Informationen, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (10) zur Wiedergabe verschiedener Informationen durch eindeutige, insbesondere ein Maximum aufweisende, haptische Signalisierungen bei verschiedenen Stellungen eines Bedienelementes (1) des Fahrzeugs, insbesondere einem Fahrpedal, vorgesehen sind.
- 10

Fig. 1

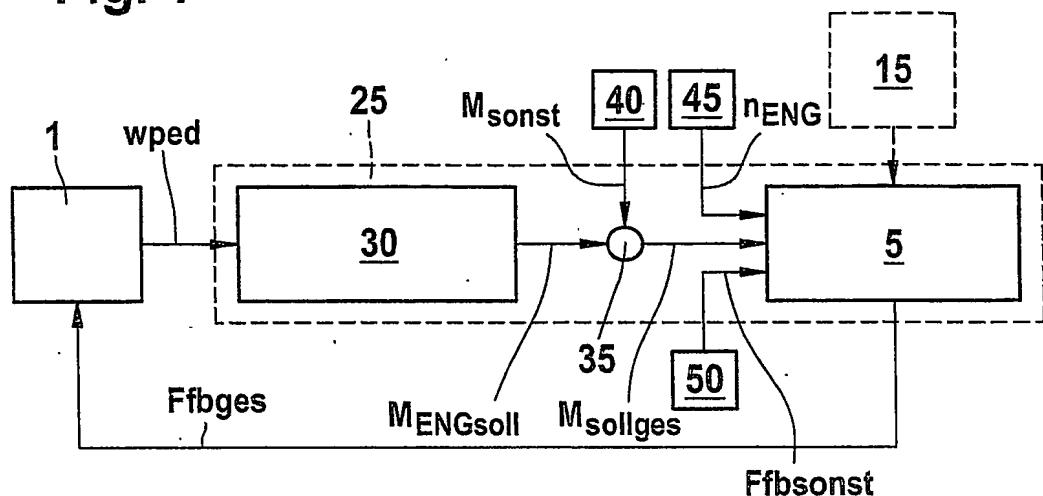


Fig. 2

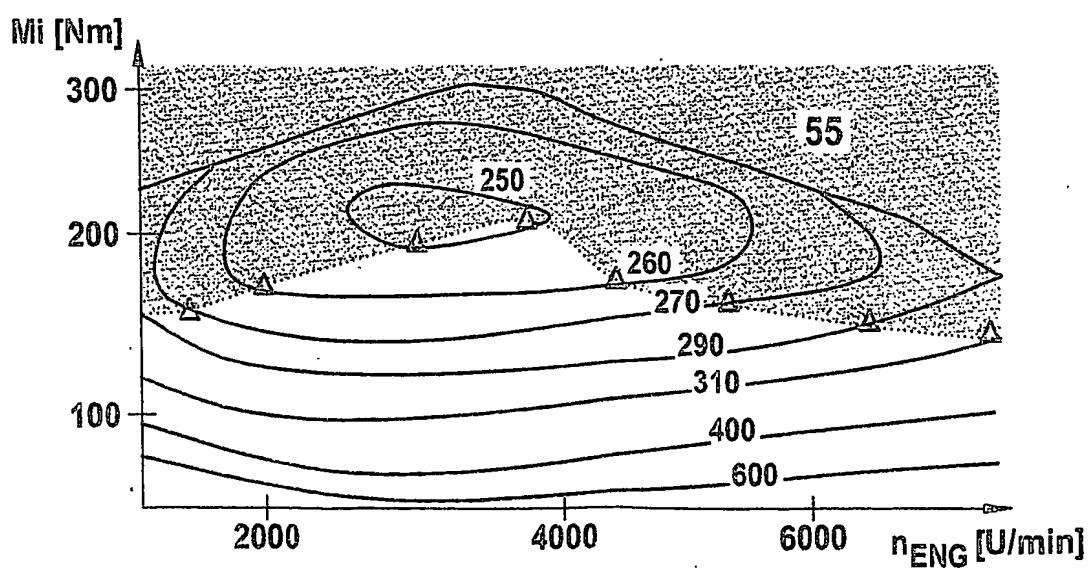


Fig. 3

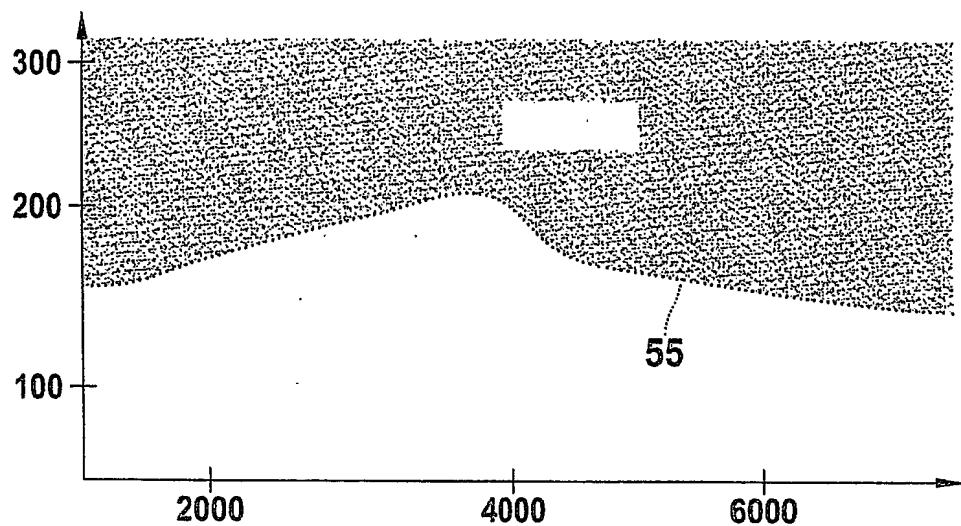
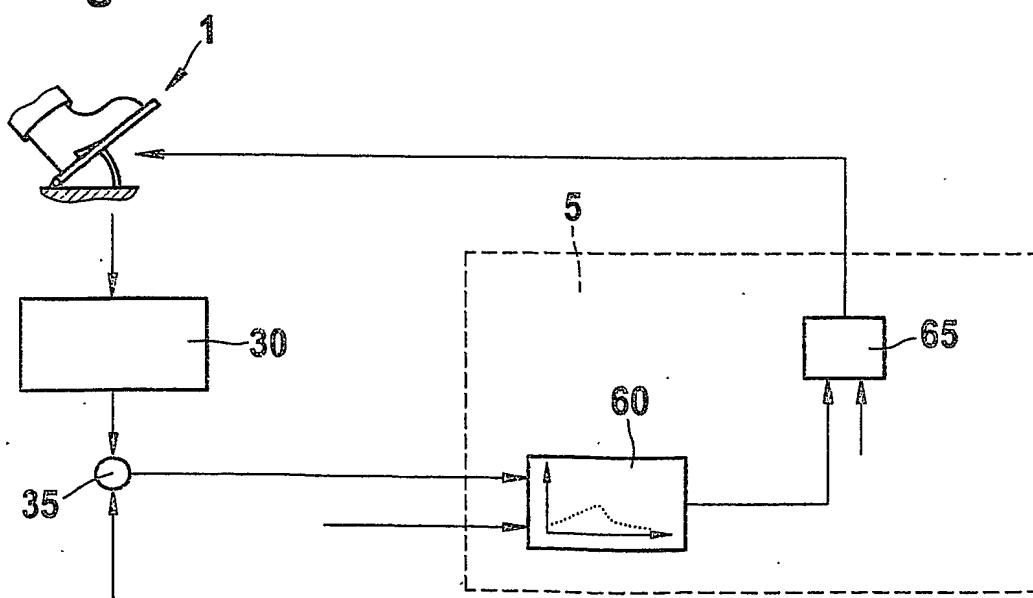


Fig. 4



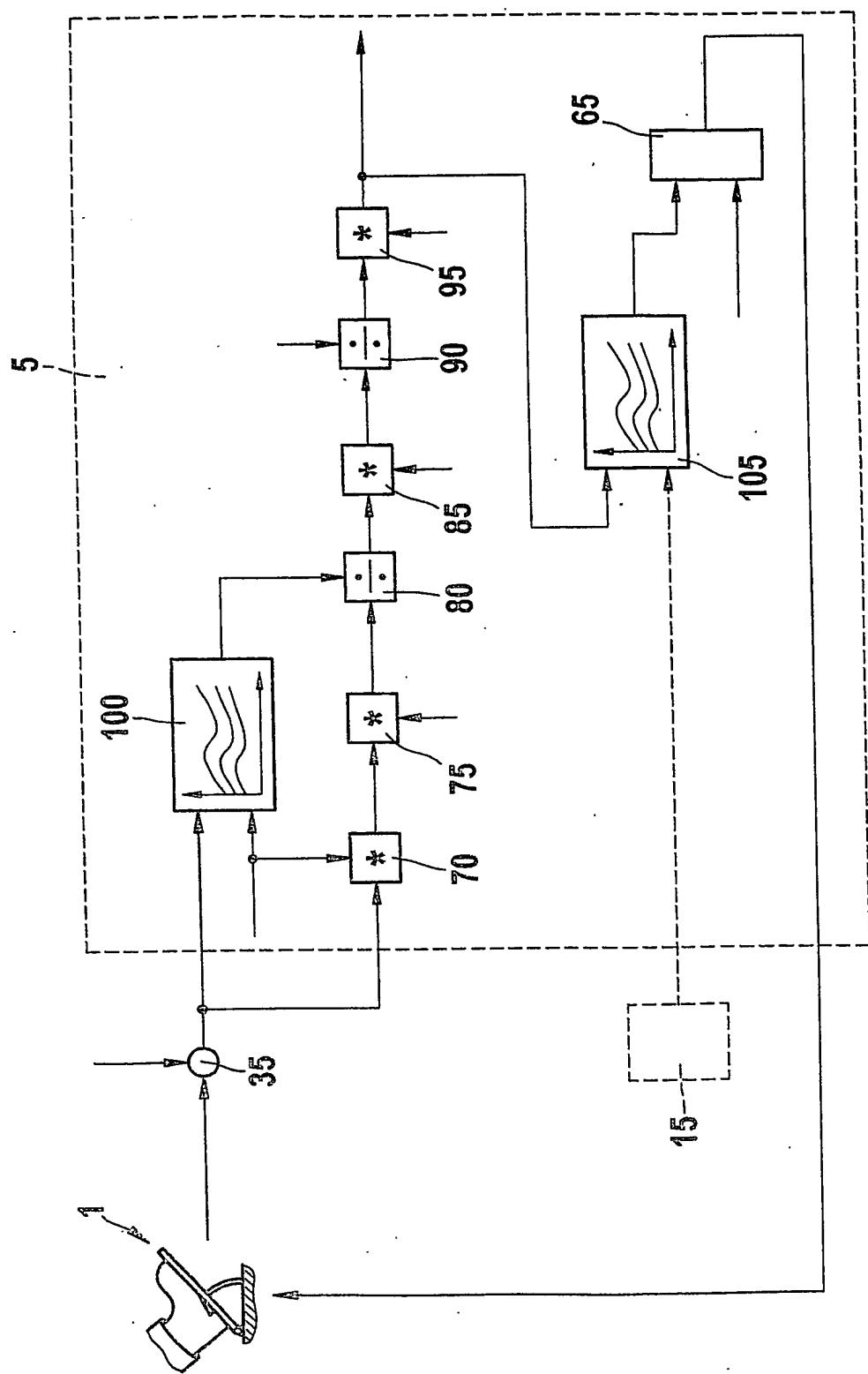


Fig. 5

Fig. 6

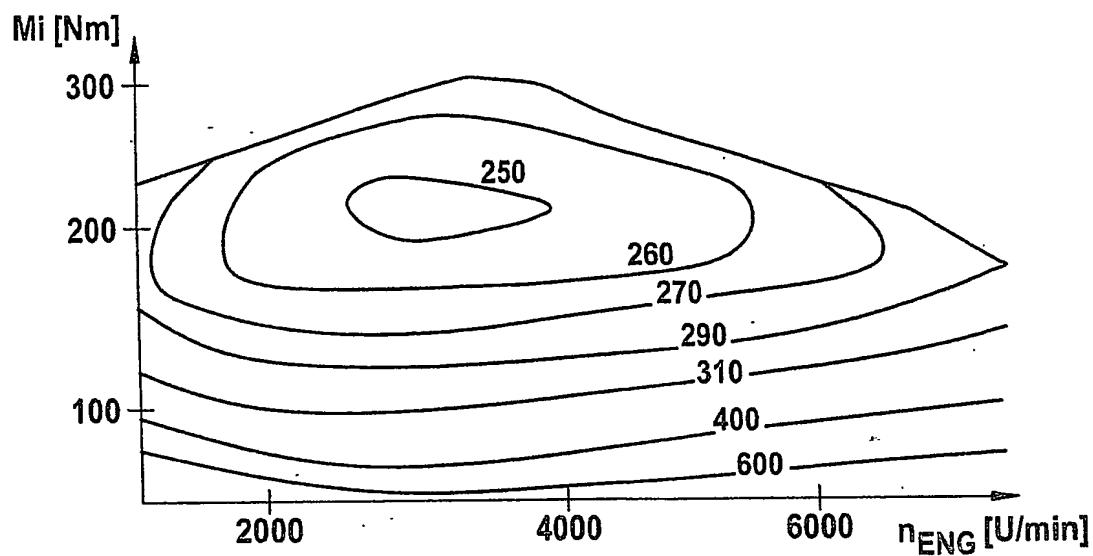


Fig. 7

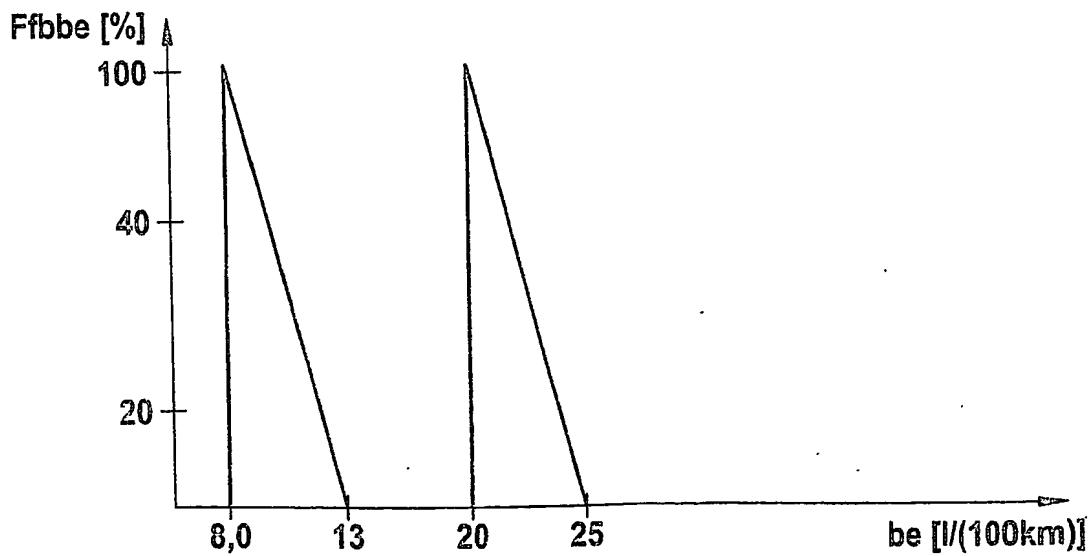


Fig. 8

